

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-93924

(43) 公開日 平成5年(1993)4月16日

(51) Int.Cl.⁵

G 0 2 F 1/31

識別記号

庁内整理番号

7246-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全5頁)

(21) 出願番号 特願平3-253746

(22) 出願日 平成3年(1991)10月1日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 加藤 正良

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

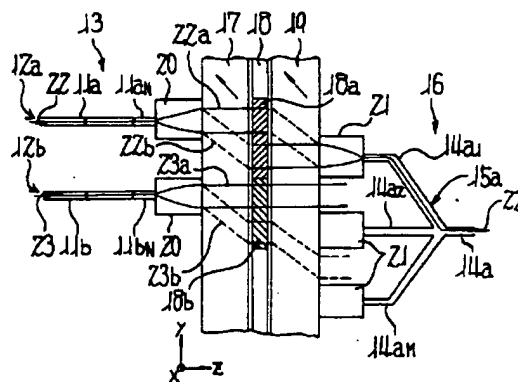
(74) 代理人 弁理士 柏木 明

(54) 【発明の名称】 光ゲートスイッチアレイ

(57) 【要約】

【目的】 スイッチ特性が偏光に依存しなくて光利用効率の高いものとする。

【構成】 各々1本の光路をN本に分岐するM個の光分岐回路12a, 12b, ~と、各々M本の光路を1本に合波するN個の光合波回路15a, ~とを2次元マトリクス状に対向配置させ、これらの光分岐回路12a, 12b, ~と光合波回路15a, ~との間に偏光分離手段17と個別制御自在なM×N個のセル18a, 18b, ~を有する偏光制御手段18と偏光合成手段19とを順に配設し、光分岐回路13a, 13b, ~を通して分岐入射した信号光22, 23, ~を、偏光分離手段17により常光線22a, 23a, ~と異常光線22b, 23b, ~とに分離させた後、対応するセル18a, 18b, ~により偏光制御して偏光合成手段19中での光路を切換えて合成可能とし、対応する光合波回路15a, ~に対する光学的結合を制御するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 各々1本の光路をN本に分岐するM個の光分岐回路と、各々M本の光路を1本に合波するN個（M、Nはともに2以上の自然数）の光合波回路とを2次元マトリクス状に対向配置させ、前記光分岐回路の各分岐光路出口に対してコリメートレンズを設けるとともに前記光合波回路の各分岐光路入口に対して集光レンズを設け、これらのコリメートレンズ及び集光レンズを介して前記光分岐回路と前記光合波回路との間に偏光分離手段と個別制御自在なM×N個のセルを有する偏光制御手段と偏光合成手段とを順に配設し、前記偏光制御手段の各セルにより各信号光の偏光を制御して偏光合成手段に対する各偏光光の光路を切換えて前記光分岐回路と前記光合成回路との間の光学的結合を制御するようにしたことを特徴とする光ゲートスイッチアレイ。

【請求項2】 偏光分離手段と偏光合成手段とを、複屈折性を有する透明基板としたことを特徴とする請求項1記載の光ゲートスイッチアレイ。

【請求項3】 偏光分離手段と偏光合成手段とを、互いに平行な回折格子を配置した2重回折格子としたことを特徴とする請求項1記載の光ゲートスイッチアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信、光回路、光情報処理などの分野において、光伝送路間の接続を任意に切換えるために用いられる光ゲートスイッチアレイに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、光路を電氣的に切換える光スイッチとしては、図5に示すように、液晶シャッタ1を用いたゲート型光スイッチがある。これは、昭和59年度電子通信学会総合全国大会において「S17-11 4×4ゲート形光スイッチ（8-291）」として発表されたもので、半導体レーザ2等から出射された光を各々光分岐回路3により分岐し、各々の光信号に対して直交する偏光子により挟まれた液晶シャッタ1の偏光制御機能により光信号の透過を電氣的にオン・オフ制御することにより、光合成回路4に対する光学的結合を制御し、光スイッチングするようにしたものである。5は検出用のフォトダイオードである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、このような光ゲートスイッチ構成による場合、ゲート部、即ち液晶シャッタ1での偏光子により一方の直線偏光のみを利用するものであり、光利用効率が偏光に依存してしまう。

【0004】

【課題を解決するための手段】 請求項1記載の発明では、各々1本の光路をN本に分岐するM個の光分岐回路と、各々M本の光路を1本に合波するN個（M、Nはともに2以上の自然数）の光合波回路とを2次元マトリク

ス状に対向配置させ、前記光分岐回路の各分岐光路出口に対してコリメートレンズを設けるとともに前記光合波回路の各分岐光路入口に対して集光レンズを設け、これらのコリメートレンズ及び集光レンズを介して前記光分岐回路と前記光合波回路との間に偏光分離手段と個別制御自在なM×N個のセルを有する偏光制御手段と偏光合成手段とを順に配設し、前記偏光制御手段の各セルにより各信号光の偏光を制御して偏光合成手段に対する各偏光光の光路を切換えて前記光分岐回路と前記光合成回路との間の光学的結合を制御するようにした。

【0005】 この際、偏光分離手段と偏光合成手段とを、請求項2記載の発明では、複屈折性を有する透明基板とし、請求項3記載の発明では、互いに平行な回折格子を配置した2重回折格子とした。

【0006】

【作用】 光分岐回路を通して分岐入射した信号光は、偏光分離手段により常光線と異常光線とに分離されて偏光制御手段の各セルに入射する。この偏光制御手段において各セルにより信号光の偏光を制御して偏光を変換することにより、分離された偏光成分の光路が切換えられて偏光合成手段で再び合成されて、対応する光合波回路に光学的に結合されて出射される。一方、偏光制御手段の各セルにおいて偏光変換しないように制御することにより、分離された偏光成分は偏光合成手段で合成されず、対応する光合波回路に光学的に結合されないものとなる。よって、光学的に結合される部分では、分離された偏光成分が再び合成されたものとなるので、スイッチ特性が偏光に依存せず、光利用効率の高いものとなる。

【0007】 この際、偏光分離手段と偏光合成手段とを複屈折性を有する透明基板とすれば、中間の偏光制御手段を含めてこれらを積層一体化形成して小型化を図ることができる。また、偏光分離手段と偏光合成手段とを2重回折格子とすれば、安価で生産性に優れたものとなる。

【0008】

【実施例】 本発明の第一の実施例を図1ないし図3に基づいて説明する。まず、図2は本実施例による光ゲートスイッチアレイの概念的構成例を示すもので、半導体レーザ（図示せず）等からの光信号を入力するためのM本の入力ポート11a、11b、～、11_M（Mは2以上の自然数であり、ここではM=3）を、各々N本の分岐出力ポート11a₁、11a₂、～、11a_N、11b₁、11b₂、～、11b_N、～、11_{M1}、11_{M2}、～、11_{MN}（Nは2以上の自然数であり、ここではN=3）に分岐する形状の光導波路構成のM個の光分岐回路12a、12b、～、12_Mをy軸方向に積層配設させた光分岐ユニット13が設けられている。また、光信号を入力するためのM本ずつの分岐入力ポート14a₁、14a₂、～、14a_N、14b₁、14b₂、～、14b_N、14_{M1}、～、14_{MN}を各々1本ずつの出力ポート14a、

14b, ~, 14_nに合波する形状の光導波路構成のN個の光合波回路15a, 15b, ~, 15_nを光分岐ユニット13とは直交するx軸方向に積層配設させた光合波ユニット16が設けられている。これらのユニット13, 16は縦横方向が異なるように直交させた状態で2次元マトリクス状に対向配置されている。即ち、対向部ではM行N列のマトリクス構成となる。

【0009】このようなユニット13, 16間には光分岐ユニット13側から順に偏光分離手段17、偏光制御手段18及び偏光合成手段19が配設されている。偏光分離手段17の入射側には各分岐出力ポート11a₁, 11a₂, ~, 11a_n, 11b₁, 11b₂, ~, 11b_n, ~, 11a₁, 11a₂, ~, 11a_nに対応させてコリメートレンズ20が設けられている。また、偏光合成手段19の出射側には各分岐入力ポート14a₁, 14a₂, ~, 14a_n, 14b₁, 14b₂, ~, 14b_n, ~, 14a₁, ~, 14a_nに対応させて集光レンズ21が設けられている。前記偏光制御手段18は後述するように、例えば、ツイステッド・ネマチックTN型の液晶パネルによるものであり、M×N個のセルからなり、電氣的に個別にオン・オフ制御することにより、各信号光の偏光を制御して後段の偏光合成手段19中を通る偏光の光路を切換えて、光分岐回路12・光合波回路15間の光学的結合を制御し、出力側（出力ポート14a, 14b, ~, 14_n）への信号光の伝搬を切換えてスイッチングするようにしたものである。

【0010】より具体的構造及び作用を図1により説明する。ここでは、偏光分離手段17、偏光合成手段19は、ともに複屈折性を有する平板状の透明基板、例えば、方解石を光軸に対して斜め45°の面でカットしたものにより構成されている。このような偏光分離手段17や偏光合成手段19によれば、y軸（紙面に平行）方向に偏光面を有する常光線は結晶内を直進し、x軸（紙面に垂直）方向に偏光面を有する異常光線は結晶内で屈折されて伝播する。また、偏光制御手段18はTN型液晶パネルによるものであり、M×N個の液晶セルを有する。各液晶セルは液晶に印加する電界をオン・オフして偏光面を回転させることにより偏光面を制御するものである。セル駆動方式としては、通常の液晶パネルの駆動方式と同様に、単純マトリクス又はアクティブマトリクス方式などによればよい。また、対応する分岐出力ポート側と分岐入力ポート側とは、図示のように、y軸方向に所定量だけオフセットされた配置とされている。

【0011】今、図1において、入力ポート11aから入射された信号光22は分岐されて分岐出力ポート11a₁に伝播される（分岐出力ポート11a₁~11a_{n-1}側についても同様）。コリメートレンズ20によりコリメートされた信号光22は、偏光分離手段（透明基板）17に入射され、その内の常光線22aは結晶内を直進し、異常光線22bは屈折されて伝播する。このように

互いに直交する偏光光22a, 22bに分離された信号光は偏光制御手段（液晶パネル）18の液晶セル18aに入射する。ここに、オン状態で偏光面を90°回転するように構成した場合、各液晶セルにおいて、オン状態では常光線は異常光線、異常光線は常光線に各々偏光変換されるが、オフ状態では各偏光光が変換されないものとなる。よって、オン状態に制御された液晶セル18aを通過した各信号光成分は偏光合成手段（透明基板）19内で合成され、集光レンズ21により集光されて分岐入力ポート14a₁に出射結合され、出力ポート14aから出射される。

【0012】一方、例えば、入力ポート11bに入射しオフ状態に制御された液晶セル18bを通過した信号光23の常光線23a、異常光線23bは偏光変換を受けないため、偏光合成手段19においてさらに空間的に分離され、後段の対応する分岐入力ポート14a₂には光学的に結合されず、カットされるものとなる。

【0013】即ち、入力ポート11a~11_nより入射した信号光を光分岐回路12a~12_nにより分配し、分配された信号光の一つないしは複数個を各液晶セルの状態制御による光ゲート動作により選択することにより、所望の出力ポート14a~14_nより出射させることができる。

【0014】ところで、図1に示すように構成した場合、偏光分離手段17、偏光合成手段19となる複屈折性を有する透明基板の板厚dは、常光線と異常光線との分離角をθ、レンズ径をaとすると、各偏光光を空間的に分離するためには、 $d \geq a / \tan \theta$ とする必要がある。また、液晶パネルは電極に透明電極を用い、偏光分離手段17、偏光合成手段19用の複屈折性平板を基板として用い、スペーサを介して対向させ、液晶を封入して作製する。即ち、偏光分離手段17、偏光制御手段18と偏光合成手段19とを積層一体化形成することができ、小型の光ゲートスイッチアレイとなる。この時、偏光分離側と偏光合成側とは光軸を必ずしも一致させる必要はなく、液晶パネルを境として各々の光軸が対称になるように配設させてもよい。また、液晶自体もTN型に限らず、強誘電性結晶を用い、応答性を向上させてもよい。

【0015】また、光分岐回路12aの光導波路（ポート11）には図3に示すように光ファイバを用い、Si基板24上にフォトリグラフィ法と異方性エッチング法とによりV溝25を形成し、各レンズ20及び光ファイバ（分岐出力ポート11a₁~11a_n）を接着等により固定し、これらの複数本の光ファイバを一部融着することにより、入力ポート11aを作製するようにすればよい。他の光分岐回路12b~12_nはもちろん、光合波回路15a~15_n側についても同様に作製すればよい。

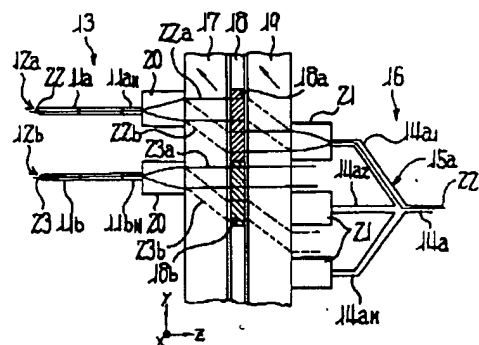
【0016】つづいて、本発明の第二の実施例を図4に

より説明する。本実施例は、複屈折性を有する透明基板構成の偏光分離手段17、偏光合成手段19に代えて、ガラス基板などの透明基板の両面に回折格子を形成した2重回折格子による偏光分離手段26、偏光合成手段27を、偏光制御手段18と組合せ、各偏光光の分離、合成に回折現象を利用するようにしたものである。光ゲートスイッチアレイとしての動作原理は、前記実施例と同様である。

【0017】ここで、この2重回折格子は深溝で光の波長以下の格子間隔を有する高密度の回折格子をガラス基板の両面に形成することにより、波長変動に対して安定し、かつ、高効率であり、格子に平行な偏光面を有する偏光光に対してグレーティングとして作用する偏光依存性を有するものとなる。このような2重回折格子は、例えば2光束干渉露光法により原盤を作製した後、電鍍によりスタンプを作製し、いわゆる2P法により複製するようにすれば安価に作製できる。また、ガラス基板上に個別に作製した後、それらを互いに貼り合わせたものでもよい。このような高密度の2重回折格子の偏光依存性を用いて信号光の各偏光成分（常光線、異常光線）の分離又は合成を行なうことにより、複屈折性透明基板の場合と同等の機能が発揮される。ただし、信号光をブラッグ角近傍で入射させるため、図示のように傾斜させて用いる必要があり、液晶パネルによる偏光制御手段18としては別個のガラス基板等を用いて単独で作製する必要がある。また、筐体を作製して図4に示すこれらの光学部品を接着等により保持させる必要もある。

【0018】なお、これらの実施例に代表される本発明の光ゲートスイッチアレイは、可逆性を有し、双方向通信が可能なることは明らかである。また、構成的にもこれらの実施例方式に限らず、例えば光分岐回路や光合成回路としては、ガラス基板上に対するイオン拡散処理や、S1基板などの基板に対して通常の薄膜形成技術及び加工技術を施すことにより、必要数の分岐又は合波用の光導波路を形成したようなものであってもよい。

【図1】



【0019】

【発明の効果】本発明は、上述したように、光分岐回路と光合波回路との間に、偏光分離手段、偏光制御手段及び偏光合成手段を設け、偏光制御手段の各セルによる各信号光の偏光を制御して偏光合成手段に対する光路を切換えることにより、対応する光分岐回路と光合波回路との間の光学的結合を制御するようにしたので、光合波回路側に伝播される信号光は常光線と異常光線との両方の直線偏光成分の合成されたものとなり、スイッチ特性が偏光に依存せず光利用効率の高いものとすることができる。

【0020】この際、請求項2記載の発明によれば、偏光分離手段と偏光合成手段とを複屈折性を有する透明基板としたので、中間の偏光制御手段を含めてこれらを積層一体化形成して小型化を図ることができ、また、請求項3記載の発明によれば、偏光分離手段と偏光合成手段とを2重回折格子としたので、スタンプ複製法等の利用により安価で生産性に優れたものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例の断面的構成を示す側面図である。

【図2】その概念的構成を示す斜視図である。

【図3】光分岐回路構成例を示す斜視図である。

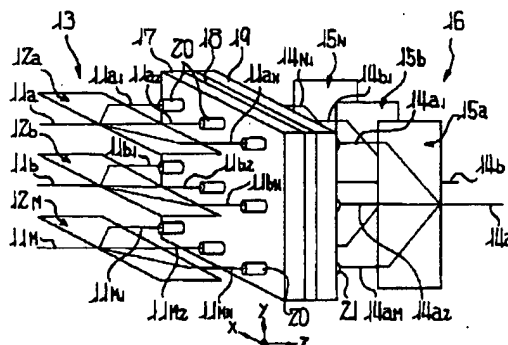
【図4】本発明の第二の実施例の断面的構成を示す側面図である。

【図5】従来例を示す概略斜視図である。

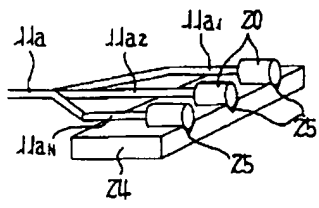
【符号の説明】

12a~12c	光分岐回路
15a~15c	光合波回路
17, 26	偏光分離手段
18	偏光制御手段
19, 27	偏光合成手段
20	コリメートレンズ
21	集光レンズ

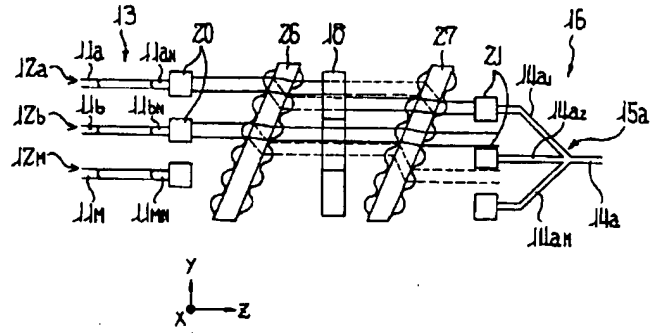
【図2】



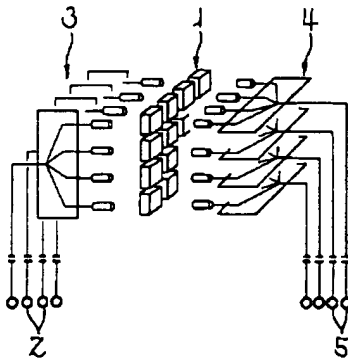
【図3】



【図4】



【図5】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-093924

(43)Date of publication of application : 16.04.1993

(51)Int.Cl.

G02F 1/31

(21)Application number : 03-253746

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 01.10.1991

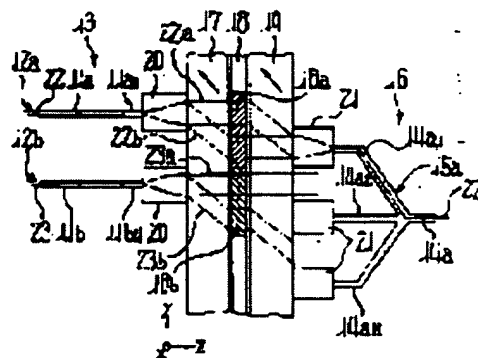
(72)Inventor : KATO MASAYOSHI

(54) OPTICAL GATE SWITCH ARRAY

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the optical gate switch array which has the switching characteristics without depending on polarization and has high light utilization efficiency.

CONSTITUTION: M-pieces of optical branching circuits 12a, 12b which branch respectively one piece of optical path to N-pieces and N-pieces of optical synthesizing circuits 15a which synthesize respective M-pieces of the optical paths to one piece are disposed to face each other in a two-dimensional matrix form. A polarization separating means 17, a polarization control means 18 having $M \times N$ -pieces of cells 18a, 18b which can be freely discretely controlled, and a polarization synthesizing means 19 are successively disposed between these optical branching circuits 12a, 12b and the optical branching circuits 15a. The signal light rays 22, 23 branched and made incident through the optical branching circuits 13a, 13b are separated to ordinary rays 22a, 23a and extraordinary rays 22b, 23b by the polarization separating means and thereafter, these rays are subjected to the polarization control by the corresponding cells 18a, 18b, by which the selective synthesis of the optical paths in the polarization synthesizing means 19 is allowed. The optical coupling to the corresponding optical branching circuits 15a is thus controlled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.07.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office